



TITLE:

arousal levelと課題遂行及び記憶保持の関係に関する研究:ニホンザルの遅延マッチング,及び条件性継時弁別訓練過程について(III 共同利用研究 2 研究成果)

AUTHOR(S):

金光, 義弘

---

CITATION:

金光, 義弘. arousal levelと課題遂行及び記憶保持の関係に関する研究:ニホンザルの遅延マッチング,及び条件性継時弁別訓練過程について(III 共同利用研究 2 研究成果). 霊長類研究所年報 1971, 1: 55-58

ISSUE DATE:

1971-09-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/160456>

RIGHT:

表 1

TASK	NO DRUG		DRUG	
	N-T	B-S	N-T	B-S
Subjects	TK 7	OH	OH	TK 7
	TK55	SH 3	SH 3	TK55
	TK64	TK97	TK97	TK64

(5)一般興奮レベルの操作 メタンフェタミン1%溶液を実験開始30分前に投与。投与量は投与前と心拍率に一定の変化がみられる量とする。従って個体によって量は相違する。

### 結 果

(1)一般興奮レベルの操作 ①1.5m/kgでSH3を除くすべての個体で心拍数が増加。②TK55を除くすべてのサルで投与条件での反応数は減少し、無反応がふえる。(2)学習規準までに要した試行数と薬物との関係(表2)

表2 3匹の平均試行数と( )内は範囲を示す

TASKS	NO DRUG	DRUG
N - T	495.7(366~571)	530.0(380~755)
B - S	464.3(209~645)	567.7(263~875)

(3)般化テストの結果を課題別に絶対的般化勾配によって示す(図1)。般化テストでの反応はすぐ消去され反応数は少ない。薬物の有無による一貫した相違はみられなかった。N-T課題では、傾きの次元での勾配は、薬物の有無条件にかかわらず、明瞭であった。傾き次元は、明るさ、線の数、形などの次元に比して、選択的に反応されているといえる。反応潜時の逆数を指標とした場合の般化でも、傾き次元には、正刺激を頂点とする勾配があった。

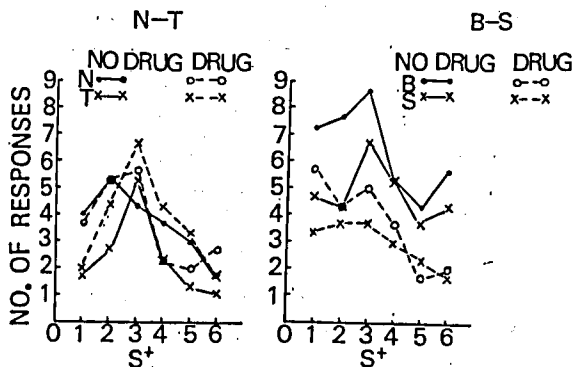


図1 絶対的般化勾配

### 結 語

手掛り習得時の一般興奮水準によって、刺激の選択範囲が変動するか否かについて本実験のみで結論することはできない。

“arousal level”と課題遂行及び記憶保持の関係に関する研究—ニホンザルの遅延マッチング、及び条件性経時弁別訓練過程について—

金 光 義 弘(京大・教養・心理)

### 目 的

有機体(たとえばサル)によって受容された刺激情報が、効果系に働くまでの過程は、おおよそ3つの時期に区分することができる。すなわち、(1)刺激情報の受容(registration)(2)情報保持(retention)、そして(3)情報抽出(retrieval)である。

本研究の主目標は(2)の“retention phase”, すなわち、入力刺激情報が記憶形成過程を経る時期に、一般性興奮レベル(“arousal level”)が如何なる役割を果たすのかを明らかにすることである。

Hebbの“reverberating neural circuits(r.n.c.)”説によれば、arousalが記憶固着(memory consolidation)に及ぼす効果として、2種類のものが考えられる。第1は、arousalがneural reverberationを促進し、memory consolidationを増大させることに役立つ。つまり、記憶痕跡を強化し、記憶保持時間を長くする効果である。第2は、arousalによってneural reverberationが進行している時期には、記憶の抽出を困難にする効果である。換言すれば、記憶を抽出する時期がmemory consolidationの前後によって、arousalの効果が相異なるということである。すなわち、記憶の抽出時期がconsolidation完成以前の極めて短期(short-term memory)であれば、arousal levelの高群は低群より記憶再生量において劣り、逆に、consolidation完成以後の長期の場合(long-term memory)には高arousal群が低arousal群よりも記憶再生量において優ることが期待される。これを図式化すると図1のようになる。

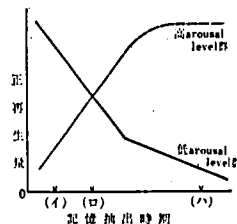


図1 記憶抽出時期と arousal level との関係図式

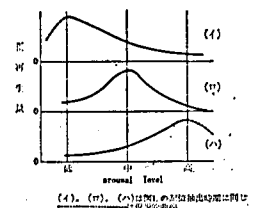


図2 記憶抽出時期別の arousal level と記憶再生量との関係図式

また、2つの arousal 群の曲線が交叉する辺の時期を仮りに intermediate-term (中間期) と名づけて、3つの記憶抽出時期別に arousal level と記憶再生量との関係を見るとき、一般に arousal level と遂行又は学習との間に成立するといわれる逆U字型関数関係を適用すると、図2のように図式化される。

この実験では Hebb の仮説にもとづく図1、および図2の仮説的図式を、arousal level と記憶抽出時期とを実験変数として検証しようとするものである。

以上の実験目標に対して、次のような実験が計画された。

1. 課題 i—遅延マッチング (delayed matching) 先行標準刺激図形と後続比較反応図形とを一定の時間間隔において呈示する条件で、図形の再認を課す。ii—条件性継時弁別 (conditional successive discrimination) 1試行に1回のオペラント反応しか出来ない弁別学習状態で、刺激 (色彩光) 呈示と反応レバー呈示との時間間隔を操作する。i・iiともに、一定の学習基準に達した後、刺激と反応との時間間隔を操作し、先行刺激情報の保持量を反応の遂行成績で測定しようとするものである。

2. arousal level の操作 高、中、そして低の3水準は薬品 (メタンフェタミン等) の投与濃度によって操作する。

3. 記憶抽出時期、先行刺激情報 (discriminanda) と反応操作するもの (manipulanda) との呈示時間間隔を、(i) short-term 2秒、(ii) intermediate-term 16秒、(iii) long-term 32秒とする。

4. 被験体ニホンザル (adults) 12頭をグレコラテン計画に従って配分する。(但し、arousal level は高と低、記憶抽出時期は長期と短期とし、2×2の計画で実験を開始する。)

## 手続と結果

### 1. 遅延マッチング訓練過程

先行標準刺激の記憶痕跡を、後続比較刺激とのマッチング反応(再認)でみようとする。(i) 装置 被験体のサルはモンキーチェアに固定され、手のみ自由である。サルの顔面から約25cm離れた位置に、discriminanda と manipulanda の両機能を備えたパネルがある。すなわち、3つの乳白色アクリル板でおおわれた窓があり、それぞれにプロジェクターより投写された図形が写る。上の窓に標準刺激、下の左右の窓に比較刺激が投写され、比較刺激の該当するパネルを押せば、マイクロスイッチの作動により報酬 (大豆) が与えられる。

(ii) 訓練手続 (図3、4 参照)。

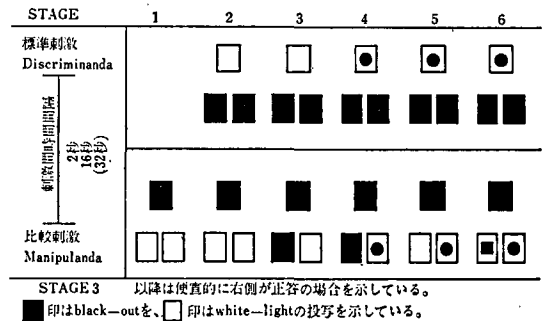


図3 遅延マッチング訓練スケジュール (標準刺激が○図形の場合)

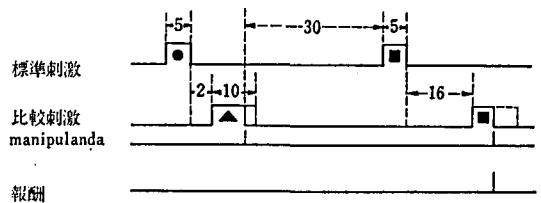


図4 遅延マッチング時間条件 (単位 秒)

### (iii) 結果及び問題点

6頭のサルで実験に入ったが、病気のものと、無反応のものがそれぞれ1頭いたために結局4頭が訓練された。刺激間隔32秒では、stage 1でも、刺激間 (ブワックアウト) で待ち切れなくなってパネルを押す傾向 (尚早反応) 著しく、この条件は除かれた。2秒と4秒条件を各々18試行、計36試行を1 session とし、session 当たり正答60%の学習基準に達したのは stage 4 までは200試行以内であった。ところが、stage 5 では1,000試行を越えても、学習基準に達するものではなく、いわゆる尚早反応傾向が増大し、実験は中止せざるをえなかった。これは stage 4 までは光りが投射された manipulanda のパネルを押せば正答であったのが、stage 5 では manipulanda の弁別が要請され、課題の困難度が急増したためと思われる。たとえ manipulanda の図形が認知されたとしても、discriminanda 図形の認知、および比較図形との連合は一層の困難度が予想される。また尚早反応については、1試行、1反応の状況を物理的に強制する必要があると思われる。

### 2. 条件性継時弁別訓練過程

サルをモンキーチェアから、もっと自由で長期間の実験が可能なスキナーボックスの中で、容易な弁別学習を習得させること、レバーの出し入れを操作して1試行、1反応を強制させることが目的であった。学習完成後に

弁別刺激と、反応レバーとを継時的に呈示し、その時間間隔を操作することによって、弁別刺激情報の保持の程度を測定した。

#### (i) 装置および訓練手続

スキナーボックスの正面中央の乳白色アクリルパネルに、プロジェクターの白色光を投射すると同時に反応レバーを押し上げて呈示する。<sup>1)</sup> サルは白色光投射に応じて反応レバーを引くことによって、報酬(大豆)が与えられることを学習する。

1本の反応レバーによるオペラント条件づけが完成した後、弁別刺激として“赤”と“緑”のフィルター通過光, manipulanda として左右の位置に同時に2本のレバーを押し上げて呈示する。サルは、たとえば“赤”なら右レバー, “緑”なら左レバーをそれぞれ引くと正答で、報酬が与えられることを学習する。その時間的条件は図5の通りである。

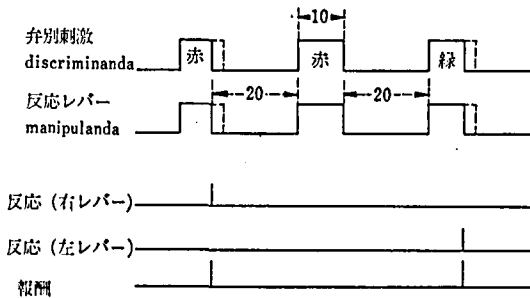


図5 条件性継時弁別時間条件 (単位 秒)

#### (ii) 結果及び問題点

被験体5頭(6頭のうち1頭は病気のため隔離)すべてに著しい左右偏好反応が生起して、学習基準に達するものがなかった。<sup>2)</sup> この原因として次の2点が考えられた。a) 弁別刺激の分化ができないこと, b) 反応(左右)の分化ができないこと, である。これらの弁別学習過程の分析のために次のような2種類の実験が平行してなされた。

##### ①刺激分化条件の実験

弁別刺激は前に用いられたものと同じ“赤”および“緑”の光刺激で、反応には2本のレバーのうち左右いずれか1本(たとえば右)を用いる。それを、たとえば“赤”のときのみ引けば正答として報酬が与えられ, “緑”のときは無反応が正答となる。1ブロック40試行を通じて、2色の光刺激がランダムに呈示される。

結果は表1に示す通り、被験体3頭ともに平均380試行を通じて正答率はチャンスレベルであり、しかも正答と誤答の大半が go 反応(レバーを引く反応)で占められていた。これはサルの注意が1試行毎に出入するレ

表1 刺激分化条件の結果  
(平均380試行における反応%)

Ss 反応	T - 97	T - 7	OH
正 答 (go反応)	51. 9 (49. 4)	51. 3 (32. 2)	47. 9 (45. 2)
誤 答	48. 1	48. 7	52. 1

バー(manipulanda)に集中し、色光刺激(discriminanda)との連合が困難であったためであろう。

##### ②反応分化条件の実験

弁別刺激は前実験と同様で、反応レバーは左右2本同時に呈示される。ただし、刺激は“赤”或は“緑”がブロック(40試行, 20試行, 10試行)にまとめられ、交互に呈示される。実験手続は表2に示すとおりである。

表2. 反応分化条件訓練スケジュール						
STAGE	1	2	3	4	5	6
交替方法	日間	日間	日内	日内	日内	日内
ブロック内試行	40	40	20	40	20	10
correction correction correction noncorrection noncorrection noncorrection						
刺激-反応 (試行数)	緑-左 10×4	緑-左 10×4	緑-左 10×2	緑-左 10×4	緑-左 10×2	緑-左 10
	赤-右 10×4	赤-右 10×4	赤-右 10×2	赤-右 10×4	赤-右 10×2	赤-右 10
	緑-右 10	赤-左 10	緑-右 10	赤-左 10	緑-右 10	赤-左 10
	赤-左 10	緑-右 10	赤-左 10	緑-右 10	赤-右 10	緑-左 10

したがって、刺激がブロック毎に交替するにつれて反応も左右の交替が求められる。ブロック内の試行数の幅を狭めることによって、交替反応が促進され、左右の分化が進む。しかもその左右の分化は刺激との連合において進むことから、徐々に条件性継時弁別へと移行して行くことが期待される。

この反応分化条件は日間(40試行, 1交替)で始まり、日内10試行, 4交替を学習基準としたが、被験体の発病(T55)や隔離(T64)等のために、最後まで実験を遂行することができなかった。T64は12日目に日内20試行2交替の学習基準に達していた。

この実験でも、モニターテレビで観察する限り、discriminanda への注意は少なく、manipulanda への興味が著しいことから、刺激の弁別に伴う反応交替が生起しているのか、すなわち、刺激と反応との連合が形成

注1) この実験装置について、浅野俊夫 心理学評論 1970, 13, 229 ~242.

2) 被験体T55は右レバーのみに反応し、go, no-go 反応学習をした。

されているのかは大いに疑問である。

考察：以上を要約すると、2種の実験課題において、いずれも *discriminanda* と *manipulanda* との連合が困難であり、学習完成基準に達しなかった。遅延マッチングでは、尚早反応が、条件性継時弁別では *manipulanda* への異常な注意の集中が特異な傾向としてみられ、これらが学習完成を困難にしたと思われる。いずれの実験にも *discriminanda* への注意を一層喚起させる実験装置と手続が必要である。さらに、学習が困難な事態になると、位置偏好反応傾向や無反応傾向が顕著に示され、長期間持続される傾向がある。その他、長期にわたるサルの健康管理が重要である。

## 一般興奮レベルと刺激情報量の有効性(1)

井 深 信 男(東教大・教・心理)

従来の多くの研究は、自発的活動とある特定の刺激に対する接近調査活動ともいうべき探索行動を、概念的にも、実験的にも、明確に分離して来なかった。しかしながら、自発的活動と生体の覚醒レベルの関係を考えた時、覚醒レベルは、脳波、心搏、呼吸といったような生理的活動だけでなく、自発的活動にもよく反映される。この覚醒レベルと自発的活動性の関係は逆U字関数として表わされるだろう。それゆえ、外刺激の導入、中枢興奮剤の投与といったような覚醒レベルを上げるような操作は、ある範囲内で、自発的活動性を高めることが期待される。事実、今までの研究結果はこの仮説を支持するものが多い。一方、探索行動は、Berlyne の主張に従えば、外刺激をとり入れることによって、ある最適な覚醒レベルを維持する過程と考えられている。それゆえ、中枢神経興奮剤により一過的に覚醒レベルを上昇されたような動物は、そうでない動物とくらべた時、外刺激への接近探索行動は減ることが期待される。この仮説を支持する実験も数多く報告されている。このように自発的活動と探索行動を生体の覚醒レベルという点から考えた時、両者の行動メカニズムが異なることが示唆される。それゆえ、自発的活動性と探索行動を区別する必要がある。以上のような立場から、生体の覚醒レベルがアカゲザルの自発的活動と視覚的探索行動に及ぼす効果をみた。その時、覚醒レベルを上げる操作としてメタンフェタミンが用いられた。以下に実験の要約を示す。

メタンフェタミン (2 mg/kg, i.m.) のアカゲザル(10頭)の自発的活動性に及ぼす効果が、照明の明と暗両条件下で、活動性測定ケージで調べられた。メタンフェタミンと明条件は、ここではアカゲザルの一般興奮レベルを上げる操作として考えられた。その結果、アカゲザル

の自発的活動は、覚醒レベルが最も高いと仮定されるメタンフェタミン+明条件下で最大、覚醒レベルが最も低いと仮定されるリングル液+暗条件下で最低、メタンフェタミン+暗条件、リングル液+明条件での活動性は中位におちた。この実験では、一応自発的活動性は一般興奮レベルをよく反映していたといえる。

10頭のアカゲザルが点滅光(4%)と連続光を刺激として視覚的探索行動のテストを受けた。各刺激に対する接近行動の回数と時間が視覚的探索行動の測度とされた。同時に同じ装置内での自発的活動性がフォトビームを切る回数で記録された。その結果、点滅光は連続光とくらべて、刺激としての誘因価が高いということは証明されなかった。自発的活動と視覚的探索行動の相関には有意な差はみられなかった。両行動のメカニズムが異なることが示唆された。

この研究は下記の論文にまとめられた。

- 1) The influence of day-night cycles and the additive effects of methamphetamine and illumination on the spontaneous activity in rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Primates*, 11, 101—111 (1970)
- 2) The relationship between visual exploratory behavior and spontaneous activity in rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Primates*, 11, 201—214. (1970)

## 昭和45年度共同利用研究

### 暑熱寒冷環境におけるサルの生理的反応\*

中山昭雄<sup>1</sup>・堀 哲郎<sup>1</sup>・永坂鉄夫<sup>2</sup>

登倉尋実<sup>3</sup>・只木英子<sup>4</sup>・平井百樹<sup>5</sup>

(<sup>1</sup>名大・医・生理、<sup>2</sup>名大・環境医研、<sup>3</sup>霊長研、<sup>4</sup>金城大・家政・体育、<sup>5</sup>東大・理・人類)

\*サルの温熱性代謝性反応の観察記録法 第16回中部生理学談話会(1970)  
暑熱寒冷環境におけるニホンザルの生理的反応 第15回ブリーマース研究会(1971)

日本ザルの暑熱寒冷環境における生理的反応 第48回日本生理学会大会(1971)

ニホンザルは医学領域のみならず、心理学社会学の分野においても実験動物としてよく用いられるが、生理学的な研究は乏しく、特に温熱性・代謝性反応に関してはほとんど知られていない。霊長類は一般には熱帯性起源と思われるが、サルが多量の発汗をするとか、パンティングを行うという報告はない。一方ニホンザルは地球上でもっとも北限に住む種として知られている。そこでこのサルの温熱生理学的な特徴を明らかにし、他の熱帯産のサルと比較すれば、気候馴化の過程に何らかの手